

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA V NITRE
Fakulta biotechnológie a potravinárstva
Katedra fyziológie živočíchov

**Využitie genetických markérov a sonografie pri predikcii kvality
jatočného tela HD**
**The usage of genetic markers and ultrasoung method in beef
carcass quality prediction**

Autoreferát dizertačnej práce
na udelenie akademického titulu „doktor“ („philosophiae doctor“) v študijnom
programe doktorandského štúdia 5.2.25 biotechnológie.

Ing. Ján Tomka

Nitra, 2009

Abstrakt

Cieľom práce bola 1.) genetická analýza vybraných genetických markérov vo vzťahu ku kvalite jatočného tela HD, 2.) optimalizácia postupu využitia ultrazvukovej metódy na predikciu obsahu intramuskulárneho tuku in vivo. V práci bolo použitých 57 býkov plemien charolais, mäsový simentál, český strakatý a ich krížencov. Pri genetických analýzach boli hodnotené dva markéry - kalpastatín a leptín. Pre odhad intramuskulárneho tuku in vivo boli získavané priečne ultrazvukové snímky *musculus longissimus thoracis et lumborum*. Zvieratá boli merané vo veku 14 až 20 mesiacov. Laboratórnou analýzou boli stanovené obsah intramuskulárneho tuku, obsah sušiny a strižná sila podľa Warner-Bratzlera. Podľa publikovanej metodiky nebolo možné v analyzovanom súbore stanovenie genotypov kalpastatínu. Analýza leptínového génu dokázala v súbore 29 zvierat neprítomnosť homozygotov TT. Zistili sme preukazné rozdiely v obsahu intramuskulárneho tuku medzi homozygotmi AA a heterozygotmi AT. Zistili sme, že alela T je spojená s vyšším obsahom intramuskulárneho tuku v *musculus longissimus thoracis et lumborum*. Býky s genotypom AT dosiahli vyšší obsah intramuskulárneho tuku o 0,55 % v porovnaní s homozygotmi AA. Boli vypočítané korelácie medzi sonografickými meraniami a laboratórnymi vlastnosťami mäsa. Boli navrhnuté regresné modely pre odhad obsahu intramuskulárneho tuku a strižnej sily. Korelácie medzi sonografickými meraniami a obsahom intramuskulárneho tuku sa v celom súbore pohybovali od -0,03 do 0,59. Korelácie medzi sonografickými meraniami a obsahom sušiny sa v celom súbore pohybovali od -0,09 do 0,68. Korelácie medzi sonografickými meraniami a strižnou silou sa pohybovali od -0,05 do -0,43. Navrhnuté lineárne regresné modely pre odhad obsahu intramuskulárneho tuku mali pri použití dostupných sonografických meraní maximálny koeficient determinácie $R^2 = 0,41$. Lineárne regresné modely pre odhad strižnej sily mali pri použití dostupných sonografických meraní maximálny koeficient determinácie $R^2 = 0,21$. Dosiahnuté výsledky naznačujú možné využitie

ultrazvukovej metódy in vivo pri predikcii ukazovateľov kvality jatočného tela HD. Súčasne so zohľadnením genotypu zvierat, by tieto informácie mohli byť využité v selekcii.

Kľúčové slová: hovädzí dobytok, genetické markéry, ultrazvuková metóda, intramuskulárny tuk, strižná sila

Abstract

The aim of the work was 1.) to analyze genetic markers associated with beef carcass quality traits, 2.) and to optimize ultrasound method for in vivo intramuscular fat content prediction. There were 57 bulls (Charolais, Beef Simmental, Czech Fleckvieh, crossbreds) used in the experiment. The calpastatin and leptin genes were evaluated within genetic analyses. The cross sectional scanograms of *musculus longissimus thoracis et lumborum* were obtained for prediction of intramuscular fat content. The animals were measured at the age of 14 to 20 months. Intramuscular fat content, dry matter content and Warner-Bratzler shear force were assessed within laboratory analyses. We were unable to assess calpastatin genotypes according to published methodology. Analysis of leptin gene in the group of 29 animals showed absence of TT homozygotes. Statistically significant differences were found between AA homozygotes and AT heterozygotes. The allele T was associated with higher intramuscular fat content in *musculus longissimus thoracis et lumborum*. Bulls carrying alleles A and T attained higher intramuscular fat content (+0.55 %) comparing to bulls carrying two copies of allele A. Pearson's correlations between ultrasound measurements and laboratory determined meat characteristics were calculated. Regression models for intramuscular prediction of fat content and shear force were proposed. The correlations between ultrasound measurements and intramuscular fat content in the whole dataset ranged from -0.03 to 0.59. The correlations between ultrasound

measurements and dry matter content in the whole dataset ranged from -0.09 to 0.68. The correlations between ultrasound measurements and shear force ranged from -0.05 to -0.43. Proposed linear regression models for prediction of intramuscular fat content using available ultrasound measurements had the highest $R^2 = 0.41$. Linear models for prediction of shear force using available ultrasound measurements had the highest $R^2 = 0.21$. Achieved results suggest possible usage of ultrasound method in the in vivo prediction of beef carcass quality characteristics. Regarding the genotype of animals these information can be used in selection process.

Keywords: cattle, genetic markers, ultrasound method, intramuscular fat, shear force

Použité označenie

Skratka Názov

h^2	koeficient dedivosti
r	Pearsonov korelačný koeficient lineárnej závislosti
GRAY8	priemerná sivá hodnota plochy svalu <i>musculus longissimus thoracis et lumborum</i> zistená zo sonogramov získaných v mieste medzi 8. a 9. rebrom
GRAY12	priemerná sivá hodnota plochy svalu <i>musculus longissimus thoracis et lumborum</i> zistená zo sonogramov získaných v mieste medzi 12. a 13. rebrom
INT8	plošný obsah intramuskulárneho tuku meraný zo sonogramov získaných v mieste medzi 8. a 9. rebrom
INT12	plošný obsah intramuskulárneho tuku meraný zo sonogramov získaných v mieste medzi 12. a 13. rebrom
LAB	laboratórne stanovený obsah intramuskulárneho tuku v mäse
MLTL	<i>musculus longissimus thoracis et lumborum</i>
QTL	lokus kvantitatívneho znaku
R^2	koeficient determinácie lineárneho regresného modelu
SUS	laboratórne stanovený obsah sušiny v mäse
WB	strižná sila meraná podľa Warner-Bratzlera

Obsah

1 Úvod	6
2 Prehľad literatúry	7
2.2 Kvalita mäsa	7
2.2.1 Farba mäsa	7
2.2.1 Chuť a vôňa mäsa	7
2.2.3 Šťavnatosť a krehkosť mäsa	7
2.2.4 Mramorovanie mäsa	8
2.2 Aktuálne metódy stanovenia obsahu intramuskulárneho tuku a predikcie kvality jatočného tela	8
2.3 Genetické markéry asociované s kvalitou jatočného tela HD	9
2.4 Ultrasonografická metóda	12
3 Cieľ doktorandskej práce	13
4 Materiál a metodika	13
4.1 Zvieratá	13
4.2 Metodika	14
5 Súhrn výsledkov a návrhy na využitie	16
5.1 Genetické markéry	16
5.3 Ultrazvuková metóda	16
6 Návrhy na využitie poznatkov pre rozvoj vedy	17
7 Záver	18
8 Zoznam použitej literatúry	20
Publikačná činnosť	23

1 Úvod

Dôležitým krokom v procese výroby a získavania hovädzieho mäsa je objektívne posúdenie kvality jatočného tela hovädzieho dobytky (spravodlivé stanovenie cien pri predaji). Tento objektívny odhad je podobne potrebný aj pre šľachtiteľské organizácie.

Dôležitou zložkou kvality jatočného tela je kvalita samotnej kostrovej svaloviny. Tú možno posudzovať z viacerých hľadísk (senzorická, technologická, nutričná, atď). Pre výrobcov a predajcov je snáď najdôležitejšou vlastnosťou mramorovanie (resp. obsah intramuskulárneho tuku), ktoré spolu s farbou čerstvého mäsa vytvárajú prvotný dojem zákazníka. Ďalšími vlastnosťami sú jemnosť (krehkosť), šťavnatosť a celková chuť surového (aj tepelne upraveného) mäsa, ktoré sú priamo alebo nepriamo ovplyvnené obsahom intramuskulárneho tuku. Preto vo svete existuje veľký záujem zo strany šľachtiteľských a obchodných organizácií o stanovenie obsahu intramuskulárneho tuku a mramorovania v mäse in vivo a post mortem.

Nedostatkom súčasných metód stanovenia kvality jatočného tela (najmä pre šľachtiteľskú prax) je dôležitý fakt, že sú realizované post mortem, podobne ako jatočná rozrábka, ktorá je zdĺhavá a z ekonomického hľadiska veľmi náročná. Informácie získané pomocou týchto postupov sú oneskorené a ich použitie vedie k brzdeniu selekčného procesu.

Na základe doterajších poznatkov vidíme možnosti využitia kombinácie genetických markérov spojených s kvalitou jatočného tela hovädzieho dobytky, ultrasonografie a počítačovej analýzy obrazu, pomocou ktorých by sme mohli objektívnejšie a presnejšie predikovať obsah intramuskulárneho tuku, mramorovanie, resp. kvalitu jatočného tela.

Táto práca bola vypracovaná na Ústave šľachtenia zvierat a kvality produktov CVŽV Nitra v rámci projektu Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky UO 27/0910502/0910517.

2 Prehľad literatúry

2.1 Kvalita mäsa

Kvalita mäsa je charakterizovaná mnohými ukazovateľmi senzorického a fyzikálneho charakteru, ktoré sú v tesnom vzťahu s chemickým zložením mäsa (MOJTO et al., 1998).

Medzi rozhodujúce faktory, ktoré ovplyvňujú kvalitu mäsa ante mortem zaraďujeme plemennú príslušnosť, pohlavie, vek, intenzitu výživy, hmotnosť pri zabití a stres pri zabití (JEDLIČKA et al., 1988, LAHUČKÝ et al., 1997).

Spotrebiteľia i mäsový priemysel najviac oceňujú na čerstvom mäse jeho farbu a mramorovanie (CROSS et al., 1992, BRACKEBUSCH et al., 1991). Tieto vlastnosti čerstvého surového mäsa sú viditeľné a ľahko identifikovateľné, pritom utvárajú spolu so spôsobom opracovávanía mäsa (rezy), prvý dojem zákazníka. Ďalšie kvalitatívne vlastnosti (chuť, vôňu, šťavnatosť a krehkosť) mäsa zákazník ocení až po tepelnej úprave mäsa.

2.2.1 Farba mäsa

Farba mäsa je daná obsahom hemových farbív, hodnotou pH a hydratačným stavom mäsa (PIPEK et al., 1997) a neovplyvňuje ďalšie organoleptické vlastnosti mäsa, ale pri jeho predaji sa významne uplatní (JEDLIČKA et al., 1988).

2.2.2 Chuť a vôňa mäsa

Podľa MARURIHO et al. (1992) chuť mäsa je ovplyvnená najmä neprchavými zložkami mäsa (aminokyseliny, masné kyseliny, bielkoviny, uhľovodíky a podobne) a vôňa mäsa prchavými zložkami.

2.2.3 Šťavnatosť a krehkosť mäsa

Šťavnatosť mäsa je spojená so schopnosťou mäsa viazať vodu, t.j. udržať svoju vlastnú a viazať pridanú vodu (MOTTRAM, 1998). Šťavnatosť je ďalej spojená s mramorovaním mäsa a hrúbkou svalových vlákien, ktoré do značnej

miery podmieňujú i krehkosť mäsa. Šťavnatosť mäsa podmieňuje i teplota a čas varenia, resp. tepelnej úpravy (SPANIER et al., 1996).

Vplyv mramorovania na jemnosť mäsa vo svojich prácach sledovali viacerí autori (CHUNBAO et al., 2006, PLATTER et al., 2003). Ďalším významným faktorom ovplyvňujúcim strižnú silu je doba zrenia mäsa (GRUBER et al., 2006, RILEY et al., 2005, SMITH et al., 2007).

Pre dedivosť jemnosti uvádzajú autori hodnoty $h^2 = 0,12-0,33$.

2.2.4 Mramorovanie mäsa

Mramorovanie mäsa predstavuje intramuskulárny tuk viditeľný voľným okom vo forme ostrovčekov a prerušených žiliek na reze svalu.

Podľa ENDERA et al. (1997) v podmienkach Európy priemerná hodnota obsahu intramuskulárneho tuku v mäsa hovädzieho dobytku je 2,2%, čo je z pohľadu optimálneho obsahu intramuskulárneho tuku v mäse nedostatočné (NEWMAN 1987). ZAUJEC et al. (2003) uvádzajú, že väčšina býkov slovenského strakatého, slovenského pinzgauského a holštajnského plemena mala obsah intramuskulárneho tuku v rozmedzí 1 – 3 %.

Obsah intramuskulárneho tuku vo svalovine závisí od mnohých vnútorných a vonkajších činiteľov. Ide predovšetkým o genetický základ jedinca, plemeno, vek, pohlavie a úroveň výživy (MOJTO et al., 1997, NOSÁL et al., 1994).

FRIES a RUVINSKY (1999) uvádzajú, že hodnoty dedivosti mramorovania sa pohybujú v rozmedzí od 0,19 do 0,79, pre obsah intramuskulárneho tuku uvádzajú $h^2 = 0,26 - 0,93$.

2.2 Aktuálne metódy stanovenia obsahu intramuskulárneho tuku a predikcie kvality jatočného tela

Najobjektívnejšou metódou stanovenia kvality jatočného tela je jatočná rozrábka.

Najstaršou a v praxi najdlhšie využívanou metódou predikcie zloženia jatočného tela je subjektívne zhodnotenie vývinu podkožného tuku a svaloviny, alebo vizuálne hodnotenie jednotlivých častí tela.

Stupeň mramorovania mäsa sa stanovuje v praktických podmienkach doposiaľ subjektívne vizuálnym posúdením, čo dáva priestor na nepresnosti. Stanovuje sa na základe porovnania fotografických parametrov (rôzne stupne mramorovania), ktoré sú zahrnuté vo forme škál a skutočného mramorovania mäsa.

2.3 Genetické markéry asociované s kvalitou jatočného tela HD

V posledných desaťročiach pokrok v molekulárnej genetike viedol k identifikácii polygénov, genetických markérov, majorgénov, QTL a oblastí, ktoré ovplyvňujú kvantitatívne vlastnosti, ktoré sú v záujme chovateľov, spracovateľov a konzumentov (DEKKERS, 2004).

Problémom využívania genetických markérov je rekombinácia. Najväčšie využitie tak nachádzajú markéry lokalizované priamo v majorgéne, pretože v tomto prípade, už nedochádza k rekombinácii a pomocou konkrétnych foriem markérov môžeme usudzovať na konkrétne alely sledovaného génu (VAN DER WERF, 2000).

Markérová informácia môže byť použitá pre zvýšenie frekvencie markéru, ktorý je pozitívne asociovaný so sledovaným ukazovateľom pri zvieratách, ktoré majú dve kópie markéru a naopak pre zníženie počtu zvierat, ktoré nemajú ani jednu kópiu markéru (VAN EENENNAAM, 2005).

Fatty acid-binding protein (FABP4)

MICHAL et al. (2006) potvrdili vo svojej práci asociáciu jednonukleotidového polymorfizmu v tomto géne s marbling skóre v populácii krížencov wagyu x limousin ($P = 0,04$).

Diacylglycerol O – acyltransferáza 1 (DGAT1)

THALLER et al. (2003) sledovali polymorfizmus v géne DGAT1 v Nemecku v populáciách nemeckého holštajnského (n = 28) a charolaiského dobytká (n = 27). Uvádzajú, že tento gén má vplyv hlavne na mramorovanie (obsah intramuskulárneho tuku) v *musculus semitendinosus*.

Kalpaín (CAPN1)

Polymorfizmami v tomto gene sa vo svojich prácach zaoberali PAGE et al. (2002), PAGE et al. (2004), COSTELLO et al. (2007), CASAS et al. (2005), (CASAS et al., 2006) a WHITE et al. (2005).

Kalpastatín (CAP, CALPASTAT, CAST)

Kalpastatín je špecifickým inhibítorom μ - a m-kalpaínu, s ktorými sa zúčastňuje procesu zrenia mäsa a tak ovplyvňuje jeho kvalitu (jemnosť).

SCHENKEL et al. (2006) potvrdili v pokusoch s krížencami rôznych plemien prítomnosť SNP v géne pre kalpastatín, pričom uvádzajú, že alela C je spojená s vyššou jemnosťou mäsa, so zníženým podielom chudej svaloviny, menšou plochou najdlhšieho chrbtového svalu a so zvýšeným podielom tuku ako alela G. Uvádza, že pri homozygotoch CC bola zistená o 3,7 N nižšia Warner – Bratzlerova strižná sila ako pri homozygotoch GG.

Polymorfizmami v tomto gene sa vo svojich prácach zaoberali aj BARENDSE (2002), CIOBANU, (2004), CASAS et al. (2006), BYUN et al. (2008).

Leptín (LEP, OB, OBESE, OBS)

Leptín pomáha regulovať ťravosť, metabolizmus a je dôležitým faktorom pri dlhodobej kontrole hmotnosti zvieratá (VAN EENENNAAM, 2005).

SCHENKEL et al. (2005) uskutočnili pokus s 3 populáciami dobytká, ktoré pozostávali s krížencov plemien angus, charolais, limousin a simentál.

Sledovaných bolo 5 SNP: E2JW, E2FB (exón 2, pozícia 1759) a UASMS1, UASMS2, UASMS3 (oblasť promótoru, pozície 207, 528, 1759). Zistili, že pri E2JW je alela T spojená s nižším obsahom tuku a vyšším podielom chudej svaloviny ako alela A. Heterozygoty AT majú znížený obsah tuku o 1,5 % a zvýšený podiel chudej svaloviny o 1,9 % v porovnaní s homozygotmi AA.

Polymorfizmami v tomto gene sa vo svojich prácach zaoberali aj LAGONIGRO et al. (2003), KONONOFF et al. (2005), CORVA et al. (2009), CREWS et al. (2004), NKRUMAH et al. (2005), DeVUYST et al. (2008), Di STASIO et al. (2007).

Myostatín (MSTN, GDF8, mh)

Gén determinujúci myostatín, označovaný tiež ako rastový faktor GDF8, ktorý reguluje (blokuje) tvorbu svalových vlákien.

Polymorfizmami v tomto gene sa vo svojich prácach zaoberali (KAMBADUR et al. 1997; GROBET et al. 1998; CAPPUCIO et al. 1998, CASAS et al. (1998) a CASAS et al. (2004).

Retinol viažuci proteín (RBP)

Gén kódujúci retinol viažuci proteín – nachádzajú sa v ňom 2 bialelické SNP, v prvom je alela A spojená s vyšším mramorovaním a v druhom je podobne asociovaná s vyšším mramorovaním alela G.

Stearoyl-CoA denaturáza (SCD)

Gén pre stearoyl-CoA denaturázu, ktorá je potrebná pre konverziu nasýtených masných kyselín v tukových bunkách na nenasýtené.

Polymorfizmami v tomto gene sa vo svojich prácach zaoberali TANIGUCHI et al. (2004), CHUNG et al. (2006).

Tyreoglobulín (TG, TG5)

Gén pre tyreoglobulín – TG5, prekursor hormónov ovplyvňujúcich metabolizmus tukov a rast tukových buniek.

Polymorfizmami v tomto gene sa vo svojich prácach zaoberali BARENDSE (1999), BARENDSE et al. (2004), THALLER et al. (2003), CASAS et al. (2005), RINCKER et al. (2006) a VAN EENENNAAM et al. (2006).

2.4 Ultrasonografická metóda

Podstatou systému merania ultrasonografických prístrojov je využitie zmeny rýchlosti šírenia sa mechanických vĺn (zvuk) v rôznom prostredí. Napríklad v čistom tuku je to 1450 m/s, vo svalovine 1580 m/s a v kostnom tkanive až 3100 m/s (GOSS et al. 1979).

Prevažná väčšina autorov sa najprv zamerala na meranie plochy svalu *musculus longissimus dorsi*, hrúbky podkožného tuku, prípadne chrbtovej slaniny, alebo hrúbky svalov. Následne stanovili korelačné vzťahy s ukazovateľmi jatočnej hodnoty. Dosiagnuté výsledky sú rôzne v súvislosti s použitým meracím prístrojom, miestom merania a plemenom.

Presnosť ultrazvukových meraní ovplyvňuje viacero faktorov (vek meraných zvierat, skutočný obsah intramuskulárneho tuku a jeho chemické zloženie, miesto merania, frekvencia a intenzita ultrazvuku). V závislosti od týchto faktorov autori uvádzajú korelácie medzi ultrazvukovými meraniami a skutočným mramorovaním v rozpätí od 0,21 do 0,91.

3 Cieľ doktorandskej práce

Cieľom práce bolo:

- vyhodnotiť vzťah genetických markérov k obsahu intramuskulárneho tuku, mramorovaniu a kvalite jatočného tela v populáciách kombinovaných a mäsových plemien
- optimalizovať predikciu obsahu intramuskulárneho tuku a mramorovania v *musculus longissimus thoracis et lumborum* hovädzieho dobytká sonografiou
- navrhnúť postupy uplatnenia genetických markérov a sonografie v selekcii kombinovaných a mäsových plemien hovädzieho dobytká.

4 Materiál a metodika

4.1 Zvieratá

Použité zvieratá pochádzali z experimentálnej výkrmne VÚŽV Uhřetěves Praha. V rokoch 2006 a 2008 boli analyzované údaje od 61 býkov, jatočne realizovaných vo veku 14 až 20 mesiacov. Počas úpravy a vyhodnocovania snímok boli zo súboru vyradené 4 zvieratá, pri ktorých boli získané nevhodné sonogramy. V roku 2006 boli celkovo analyzované výsledky 12 českých strakatých býkov (po 7 otcov) a 17 krížencov (po 6 otcov) a v roku 2008 11 býkov plemena charolais (po 5 otcov), 9 mäsových simentálskych býkov (po 1 otcovi) a 8 českých strakatých býkov (po 3 otcov).

Zvieratá boli rozdelené do 4 skupín podľa úžitkového typu, plemennej príslušnosti a roku merania (použitia echokuplera). Prvú skupinu predstavovali krížence mäsových plemien piedmontese a charolais a českého strakatého plemena, celkom 17 býkov. Zvieratá českého strakatého plemena boli rozdelené do dvoch skupín podľa použitia echokuplera. Prvú tvorili zvieratá merané s použitím echokuplera (12 býkov) a druhú zvieratá merané bez použitia echokuplera (8 býkov). Do štvrtej skupiny sme zaradili 20 zvierat mäsových plemien (11 býkov plemena charolais a 9 býkov mäsového simentála).

Kŕmne dávky mali v oboch rokoch podobnú energetickú hodnotu a obsah dusíkatých látok.

4.2 Metodika

Týždeň pred zabitím sme získali sonografické snímky plochy svalu *musculus longissimus thoracis et lumborum* (MLTL) pomocou ultrazvukového prístroja Sonovet 2000, ku ktorému bola pripojená lineárna sonda (3,5 MHz). Pri každom zvierati sme vyhotovili 2 sonografické snímky, ktoré sme získavali v miestach medzi 12. a 13. rebrom (INT12, GRAY12) a medzi 8. a 9. rebrom (INT8, GRAY8). V roku 2006 boli zvieratá merané s použitím echokuplera a v roku 2008 boli zvieratá merané bez použitia echokuplera, aby sme mohli stanoviť vplyv tejto pomôcky na presnosť predikcie.

Laboratórne analýzy boli uskutočňované pracovníkmi Výskumného ústavu živočíšnej výroby v Prahe. Počas jatočnej rozrábky bola z roštenky každého býka (MLTL) odobraná vzorka (150 mg) mäsa pre laboratórne stanovenie intramuskulárneho tuku (LAB) a pre stanovenie obsahu sušiny (SUS). Podobne bola z jatočnej polovičky (z MLTL medzi 9. a 11. rebrom) odobraná vzorka steaku pre hodnotenie strižnej sily podľa Warner-Bratzlera.

Pri každom zvierati boli odobrané vzorky chlpov z chvosta a uchovávané v chladničke pre následné genetické analýzy, ktoré boli uskutočnené v spolupráci s Univerzitou Konštantína filozofa v Nitre.

Pre genetickú analýzu bol vybraný polymorfizmus v géne kalpastatínu (SCHENKEL et al., 2006) a polymorfizmus E2JW nachádzajúci sa v géne pre leptín (LAGONIGRO et al., 2003, SCHENKEL et al., 2005).

Pri sledovaní polymorfizmu v géne kalpastatínu sa nepodarilo uskutočniť PCR reakciu podľa uvádzanej metodiky. PCR reakciu sme uskutočnili aj s overenými genetickými vzorkami, čím sme vylúčili možnosť nevhodného genetického materiálu. Testovali sme niekoľko teplotných režimov reakcie, avšak

bez pozitívneho výsledku. V budúcnosti bude pravdepodobne potrebné navrhnuť nové primery.

Pri sledovaní E2JW polymorfizmu PCR prebiehala v termocykleri Primus 25/96 (MWG-BIOTECH). Reakčná zmes o celkovom objeme 20 µl obsahovala PCR reakčný roztok, MgCl₂ (2 mmol/l), dNTP mix (0,2 mmol/l), primery podľa LAGONIGRO et al. (2003) (0,5 µmol/l), Platinum Taq DNA polymerázu (1 U; Invitrogen) a 3 µl lyzátu. Amplifikácia prebiehala za nasledovných podmienok: 2 min. pri 94°C, 5x(20s. pri 94°C, 20s. pri 64°C, 1 min. pri 72°C), 5x(20s. pri 94°C, 20s. pri 62°C, 1 min. pri 72°C), 25x(20s. pri 94°C, 20s. pri 60°C, 1 min. pri 72°C), 5 min. pri 72°C.

PCR produkt bol štiepený restričnou endonukleázou Bsa 29 I (izoschizomér Cla I; Segenetic) v celkovom objeme 20 µl podľa odporúčaní výrobcu. PCR produkty a produkty štiepenia restriktázou sme separovali elektroforézou v 3 % agarózovom géle (Amresco), ktorý obsahoval etídiumbromid vo výslednej koncentrácii 0,5 µg/ml. Dokumentáciu gélov sme realizovali systémom Gel Capture (DNR Imaging System).

Počítačová analýza obrazu bola uskutočnená pomocou softvéru LUCIA. Podiel intramuskulárneho tuku bol vypočítaný ako podiel vyznačenej plochy intramuskulárneho tuku k celkovej označenej ploche svalu. Pre hodnotenie obsahu intramuskulárneho tuku sme využili metódu detekcie vrcholov. Zároveň sme pri každej snímke stanovili sivú hodnotu plochy svalu, teda priemernú sivú hodnotu pixelov, ktoré sa nachádzali vo vyznačenej ploche (hodnoty GRAY).

Získané údaje boli štatisticky spracovávané metódami a postupmi štatistického balíka programov SAS 8.2 s použitím procedúr STAT (Basic Statistics), CORR (Correlation analysis) a GLM (General Linear Models).

5 Súhrn výsledkov a návrhy na využitie

5.1 Genetické markéry

Najpočetnejším genotypom boli homozygoty AA (0,76), menej početnými boli heterozygoty AT (0,24). Homozygoty TT sa v sledovanom súbore nenachádzali. Bol zistený štatisticky preukazný vplyv genotypu na obsah intramuskulárneho tuku. Genotyp samotný vysvetľoval v regresnom modeli pre celý súbor 18 % ($P < 0,05$) variability, v skupine českých strakatých býkov genotyp vysvetľoval 51 % ($P = 0,02$) variability. V skupine krížencov vysvetľoval genotyp 1 %. Homozygoty AA mali v porovnaní s heterozygotmi AT nižší obsah intramuskulárneho tuku o 0,55 %. V našej práci sme nezistili významný vplyv tohto polymorfizmu na strižnú silu. Boli zistené nepreukazné rozdiely v strižnej sile medzi homozygotmi AA a heterozygotmi AT (40 N vs. 38 N).

5.3 Ultrazvuková metóda

Pri hodnotení celého súboru zvierat bola vypočítaná štatisticky vysoko preukazná korelácia medzi ultrazvukovo meraným (INT12) a laboratórne stanoveným obsahom intramuskulárneho tuku 0,50. Pri meraní v mieste medzi 8. a 9. rebrom nebol zistený významný vzťah s laboratórne stanoveným obsahom intramuskulárneho tuku (-0,03). Boli zistené štatisticky vysoko preukazné vzťahy medzi sivou hodnotou zisťovanou v oboch meraných miestach a hodnotami LAB (0,48, resp. 0,59).

V skupine zvierat meraných v roku 2006 s použitím echokuplera boli zistené štatisticky preukazné korelácie medzi INT12 a LAB ($r = 0,57$, $P < 0,01$) a podobne medzi sivými hodnotami a LAB (0,61, resp. 0,44). Nebol zistený štatisticky preukazný vzťah medzi INT8 a hodnotami LAB. Korelácie medzi sonografickými meraniami v oboch miestach a strižnou silou sa pohybovali od -0,05 do -0,43. Najvyššie korelácie sme zistili pri meraniach v mieste medzi 12. a 13. rebrom, INT12-WB ($r = -0,43$, $P < 0,05$), GRAY12-WB ($r = -0,40$, $P < 0,05$).

Pri zvieratách meraných v roku 2008 boli zistené štatisticky preukazné vzťahy medzi sonograficky a laboratórne stanoveným obsahom intramuskulárneho tuku ($r = 0,39 - 0,46$). Pri meraní INT12 sme zistili v roku 2008 nižšiu koreláciu medzi meraním a LAB ako v roku 2006, pri meraní INT8 bola korelácia vyššia v roku 2008. Podobne štatisticky preukazné boli vzťahy medzi sivými hodnotami a hodnotami LAB ($r = 0,45 - 0,62$). Korelácia medzi GRAY12 a LAB bola vyššia v roku 2006, korelácia medzi GRAY8 a LAB bola vyššia v roku 2008.

Najvyššie korelácie medzi sonografickými meraniami, sivými hodnotami a laboratórne stanoveným obsahom intramuskulárneho tuku boli vypočítané v skupine mäsových plemien.

Pri použití všetkých sonografických meraní bol koeficient determinácie modelu pre odhad obsahu intramuskulárneho tuku $R^2 = 0,41$. Pri zaraďovaní jednotlivých meraní sa koeficient determinácie pohyboval od 0,001 do 0,35. V oboch rokoch bol pri použití všetkých dostupných sonografických meraní koeficient determinácie modelu podobný ($R^2 = 0,54$ resp., 0,48). S ohľadom na plemeno boli najvyššie koeficienty determinácie modelov zistené v skupine českých strakatých býkov meraných v roku 2006 a v skupine mäsových býkov.

Koeficient determinácie modelu pre odhad strižnej sily pri použití všetkých dostupných sonografických meraní bol $R^2 = 0,21$.

Zaraďovanie informácie o veku a hmotnosti zvierat do regresných modelov výrazne nezvyšovalo koeficienty determinácie.

6 Návrhy na využitie poznatkov pre rozvoj vedy

Pre rozšírenie poznatkov získaných pri riešení tejto práce navrhujeme zamerať sa v ďalšom výskume na:

1. rozšírenie súboru zvierat sledovaných plemien pre zabezpečenie všetkých genotypov leptínového markéru a pre odhad frekvencií genotypov a alel v celej populácii

2. zaradenie SNP v pozíciách 305 a 140 v géne leptínu do pokusov pre overenie ich interakcií s polymorfizmom E2JW
3. navrhnutie nových primerov pre PCR reakciu pre polymorfizmus v kalpastatínovom géne
4. rozšírenie súboru analyzovaných zvierat o ďalšie plemená
5. využívanie viacerých polymorfizmov sledovaných génov vplývajúcich na vlastnosti mäsa a testovanie ďalších markérov asociovaných s kvalitou jatočného tela HD
6. vzťahy medzi sonografickými meraniami a strižnou silou, ktoré naznačujú možné využitie metódy odhadu jemnosti mäsa vyjadrenej strižnou silou in vivo
7. výber ďalších ukazovateľov merateľných in vivo vplývajúcich na kvalitu jatočného tela HD pre zvýšenie koeficientov determinácie modelov pre odhad vlastností mäsa
8. odporúčanie pre prax: ukázalo sa, že samotná informácia o polymorfizme leptínového génu nepostačuje pre selekciu a je potrebné kombinovať genetickú informáciu s ultrazvukovou metódou

7 Záver

Výsledky našej práce v oblasti genetických markérov potvrdili určitú asociáciu polymorfizmu E2JW v leptínovom géne s obsahom intramuskulárneho tuku v populácii zvierat v našich podmienkach, no nebol zistený vzťah tohto polymorfizmu k jemnosti vyjadrenej strižnou silou. S vyšším obsahom intramuskulárneho tuku bola spojená alela T. Z našich výsledkov vyplýva, že najrozšírenejším genotypom sú homozygoty AA, ktoré majú nižší obsah intramuskulárneho tuku než heterozygoty AT. Nízka frekvencia žiadanej alely T je základom pre efektívnu markérovo asistovanú selekciu zvierat (nositeľov T alely) pre zvýšenie obsahu intramuskulárneho tuku v populácii. V budúcnosti je však

veľmi dôležité overovať asociácie kombinácií (haplotypov) jednotlivých polymorfizmov v sledovanom géne s hodnotenými vlastnosťami mäsa.

V oblasti ultrazvukovej metódy sme v rámci celého súboru zistili významný vplyv použitia echokuplera na presnosť predikcie intramuskulárneho tuku. V skupinách českých strakatých býkov boli zistené vyššie korelácie medzi sonografickými meraniami a skutočným obsahom intramuskulárneho tuku pri použití tejto pomôcky. V celom súbore sme zistili významné korelácie medzi sonografickými meraniami a skutočným obsahom intramuskulárneho tuku ($r = 0,48 - 0,59$). Významné vzťahy boli zistené medzi ultrazvukovými meraniami a obsahom sušiny ($r = 0,55 - 0,68$) a medzi ultrazvukovými meraniami a strižnou silou ($r = -0,15$ až $-0,43$). Tieto výsledky naznačujú možné využitie ultrazvukovej metódy aj pre odhad jemnosti mäsa vyjadrenej strižnou silou. V práci sme zistili rozdielne korelácie vzhľadom na skupiny plemien. Vyššie hodnoty korelačných koeficientov boli zistené v skupinách zvierat s vyšším skutočným obsahom intramuskulárneho tuku. Navrhli sme lineárne regresné modely pre odhad skutočného obsahu intramuskulárneho tuku, ktoré pri využití dostupných sonografických meraní mali koeficient determinácie R^2 od 0,02 do 0,71 s ohľadom na plemeno a použitú kombináciu sonografických meraní. Doplnenie modelov informáciou o veku alebo živej hmotnosti výrazne nezvýšilo presnosť odhadu. Koeficient determinácie sa zvyšoval iba v prípadoch kde bol zistený významný vplyv veku alebo hmotnosti na odhadovanú vlastnosť. Lineárne modely pre odhad jemnosti vyjadrenej strižnou silou, v ktorých boli použité sonografické merania, mali nízke koeficienty determinácie ($R^2 = 0,02 - 0,21$).

Práca poukázala na fakt, že napriek vplyvu genotypu na obsah intramuskulárneho tuku, je dôležité sledovať vývoj tejto vlastnosti počas života zvierat a z dôvodu rozličných faktorov, ktoré pôsobia na jej fenotypový prejav.

8 Zoznam použitej literatúry

- BARENDSE, W. J. 1999. Assessing lipid metabolism [online]. Medzinárodný patent č. WO 99/23248 (PCT/AU98/00882), 14.5.1999, 68s. [cit 20.9.2006]. Dostupné na: <<http://ep.espacenet.com>>
- BARENDSE, W. J. 2002. DNA markers for meat tenderness. Medzinárodný patent č. WO 02/064820 (PCT/AU02/00122), 22. 8. 2002, 88s. [cit 20.9.2006] Dostupné na: <<http://ep.espacenet.com>>
- BARENDSE, W. et al. 2004. The TG5 thyroglobulin gene test for marbling quantitative trait loci evaluated in feedlot cattle. In *Aust. J. Exp. Agri.*, roč. 44, 2004, č. 7, s. 669 – 674.
- BRACKEBUSCH, S. A. et al. 1991. Relationship between marbling group and major muscle contribution to beef carcass mass. In *J. Anim. Sci.*, roč. 69, 1991, č. 2, s. 626 – 627.
- BYUN, S. O. et al. 2008. Association of the ovine calpastatin gene with birth weight and growth rate to weaning. In *Anim. Genetics*, roč. 39, 2008, č. 5, s. 572 – 573.
- CAPPUCIO, I., MARCHITELLI, C. 1998. A G – T transversion introduces a stop codon at the mh locus in hypertrophic marchigiana beef subjects. In *Abstracts of the XXVIth International Conference on Animal Genetics*. Auckland, 1998.
- CASAS, E. et al. 1998. Association of the muscle hypertrophy locus with carcass traits in beef cattle. In *J. Anim. Sci.*, roč. 76, 1998, č. 2, s. 468 – 473.
- CASAS, E. et al. 2004. Association of myostatin on early calf mortality, growth, and carcass composition traits in crossbred cattle. In *J. Anim. Sci.*, roč. 82, 2004, č. 10, s. 2913 – 2918.
- CASAS, E. et al. 2005. Assessment of single nucleotide polymorphisms in genes residing on chromosomes 14 and 29 for association with carcass composition traits in *Bos indicus* cattle. In *J. Anim. Sci.*, roč. 83, 2005, č. 1, s. 13 – 19.
- CASAS, E. et al. 2006. Effects of calpastatin and μ -calpain markers in beef cattle on tenderness traits. In *J. Anim. Sci.*, roč. 84, 2006, č. 3, s. 520 – 525.
- CIOBANU, D. C. et al. 2004. New alleles in calpastatin gene are associated with meat quality traits in pigs. In *J. Anim. Sci.*, roč. 82, 2004, č. 10, s. 2829 – 2839.
- CORVA, P. M. et al. 2009. Effect of leptin gene polymorphisms on growth, slaughter and meat quality traits of grazing Brangus steers. In *Gen. and Mol. Research*, roč. 8, 2009, č. 1, s. 105 – 116.
- COSTELLO, S. et al. 2007. Association of polymorphism in the calpain I, calpain II and growth hormone genes with tenderness in bovine *M. longissimus dorsi*. In *Meat Sci.*, roč. 75, 2007, č. 4, s. 551 – 557.
- CREWS Jr., D. H. et al. 2004. Association of single nucleotide polymorphisms in the bovine leptin gene with feedlot and carcass characteristics of crossbred steers. In *Can. J. Anim. Sci.*, roč. 84, 2004, s. 749 – 750.
- DEKKERS, J. C. M. 2004. Commercial application of marker- and gene – assisted selection in livestock: Strategies and lessons. In *J. Anim. Sci.*, roč. 82, 2004, č. 1, s. 313 – 328.
- DeVUYST, E. A. et al. 2008. The impact of a leptin gene SNP on beef calf weaning weights. In *Anim. Genetics*, roč. 39, 2008, č. 3, s. 284 – 286.
- Di STASIO, L. et al. 2007. Effect of the leptin c.73T>C mutation on carcass traits in beef cattle. In *Anim. Genetics*, roč. 38, 2007, č. 3, s. 316 – 317.

- ENDER, K. et al. 1997. Künftige Analtitätsanforderungen an Rindfleisch. In *Aktuálne a perspektívne úlohy v chove a šľachtení hospodárskych zvierat* (Zborník referátov, II. časť). Nitra: VÚŽV, 1997, s. 27 – 33.
- FRIES, R., RUVINSKY, A. 1999. *The Genetics of cattle*. Wallingford: CABI Publishing, 1999, 710 s. ISBN 0-85199-258-7
- GOSS, S. A., JOHNSTON, R. L., DUNN, F. 1979. Comprehensive compilation of empirical ultrasonic properties of mammalian tissues. In *J. Acoust. Soc. Am.*, roč. 64, 1979, č. 2, s. 432.
- GROBET, L., PONCELET, D. 1998. Molecular definition of an allelic series of mutations disrupting the myostatin function and causing double-muscling in cattle. In *Mammalian Genome*, roč. 9, 1998, č. 3, s. 210 – 213.
- CROSS, H. R., WHITTAKER, A. D. 1992. The role of instruments grading in beef value – based marketing system. In *J. Anim. Sci.*, roč. 70, 1992, č. 3, s. 984 – 989.
- GRUBER, S. L. et al. 2006. Effects of postmortem aging and USDA quality grade on Warner-Bratzler shear force values of seventeen individual beef muscles. In *J. Anim. Sci.*, roč. 84, 2006, č. 12, s. 3387 – 3396.
- CHUNBAO, L. et al. 2006. Effects of marbling on meat quality characteristics and intramuscular connective tissue of beef longissimus muscle. In *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, roč. 19, 2006, č. 12, s. 1799 – 1803.
- CHUNG, K. Y. et al. 2006. Lipid characteristics of subcutaneous adipose tissue and *M. longissimus thoracis* of Angus and Wagyu steers fed to US and Japanese endpoints. In *Meat Sci.*, roč. 73, 2006, č. 3, s. 432 – 441.
- JEDLIČKA, J. 1988. *Kvalita mäsa*. Bratislava: Príroda, 1988, 292 s.
- KAMBADUR, R. et al. 1997. Mutations in myostatin (GDF8) in double muscled Belgian Blue and Piedmontese cattle. In *Genome Res.*, roč. 7, 1997, č. 9, s. 910 -915.
- KONONOFF, P. J. et al. 2005. The effect of a leptin single nucleotide polymorphism on quality grade, yield grade, and carcass weight of beef cattle. In *J. Anim. Sci.*, roč. 83, 2005, č. 4, s. 927 – 932.
- LAGONIGRO, R., et al. 2003. A new mutation in the coding region of the bovine leptin gene associated with feed intake. In *Anim. Genetics*, roč. 34, 2003, č. 5, s. 371 – 374.
- LAHUČKÝ, R. 1997. Endogénne a exogénne faktory ovplyvňujúce jemnosť mäsa (II). In *Maso*, roč. 6, 1997, s. 38 – 39.
- LUCIA - *Užívateľská príručka, System for Image Processing and Analysis*. Praha : Laboratory Imaging, ČR, 2005.
- MARURI, J. L., LARICK, D. K. 1992. Volatile concentration and flavour of beef as influenced by diet. In *J. Food Sci.*, roč. 57, 1992, č. 6, s. 1275 – 1281.
- MICHAL, J. J. et al. 2006. The bovine fatty acid binding protein 4 gene is significantly associated with marbling and subcutaneous fat depth in Wagyu x Limousin F₂ crosses. In *Anim. Genetics*, roč. 37, 2006, č. 4, s. 400 – 402.
- MOJTO, J. et al. 1997. Zastúpenie masných kyselín a obsah cholesterolu v intramuskulárnom tuku jalovic. In *J. of Farm. Anim. Sci.*, roč. 30, 1997, s. 18 – 22.
- MOJTO, J. et al. 1998. Nutričná a fyzikálno – technologická kvalita mäsa a tuku jatočných býkov holštajnského plemena a krížencov s bielomodrým belgickým plemenom. In *Živ. Vyr.*, roč. 10, 1998, s. 483 – 487.
- MOTTRAM, D. J. 1998. Flavour formation in meat and meat products: A Review. In *Food Chem.*, roč. 62, 1998, č. 4, s. 415 – 424.

- NEWMAN, P. D. 1987. The use of video image analysis for quantitative measurement of visible fat and lean in meat : Part 3 – Lipid content variation in commercial processing beef and its prediction by image analysis. In *Meat Sci.*, roč. 19, 1987, č. 2, s. 129 – 137.
- NKRUMAH, J. D. et al. 2005. Polymorphisms in the bovine leptin promoter associated with serum leptin concentration, growth, feed intake, feeding behavior, and measures of carcass merit. In *J. Anim. Sci.*, roč. 83, 2005, č. 1, s. 20 – 28.
- NOSÁL, V. et al. 1994. Tvorba tuku a kvalita mäsa jalovic rôznych genotypov. In *J. Farm. Anim. Sci.*, roč. 27, 1994, s. 87 – 94.
- PAGE, B. T. et al. 2002.: Evaluation of single nucleotide polymorphisms in CAPN1 for association with meat tenderness in cattle. In *J. Anim. Sci.*, roč. 80, 2002, č. 12, s. 3077 – 3085.
- PAGE, B. T. et al. 2004. Association of markers in the bovine CAPN1 gene with meat tenderness in large crossbred populations that sample influential industry sires. In *J. Anim. Sci.*, roč. 82, 2004, č. 12, s. 3474 – 3481.
- PIPEK, P. et al. 1997. Technologické vlastnosti mäsa (II). In *Maso*, roč. 2, 1997, s. 36 – 38.
- PLATTER, W. J. et al. 2003. Relationships of consumer sensory ratings, marbling score, and shear force value to consumer acceptance of beef strip loin steaks. In *J. Anim. Sci.*, roč. 81, 2003, č. 11, s. 2741 – 2750.
- RILEY, D. G. et al. 2005. Factors influencing tenderness in steaks from Brahman cattle. In *Meat Sci.*, roč. 70, 2005, č. 2, s. 347 – 356.
- RINCKER, C. B. et al. 2006. Relationship among GeneStar marbling marker, intramuscular fat deposition, and expected progeny differences in early weaned Simmental steers. In *J. Anim. Sci.*, roč. 84, 2006, č. 3, s. 686 – 693.
- SCHENKEL, F. S. et al. 2005. Association of single nucleotide polymorphism in the leptin gene with carcass and meat quality traits of beef cattle. In *J. Anim. Sci.*, roč. 83, 2005, č. 9, s. 2009 – 2020.
- SCHENKEL, F. S. et al. 2006. Association of single nucleotide polymorphism in the calpastatin gene with carcass and meat quality traits of beef cattle. In *J. Anim. Sci.*, roč. 84, 2006, č. 2, s. 291 – 299.
- SMITH, T. et al. 2007. Genetic parameters for growth and carcass traits of Brahman steers. In *J. Anim. Sci.*, roč. 85, 2007, č.6, s. 1377 – 1384.
- SPANIER, A. M., MILLER, J. A. 1996. Effect of temperature on the quality of muscle foods. In *J. of Muscle Foods.*, roč. 7, 1996, s. 355 – 375.
- TANIGUCHI, M. et al. 2004. Genotype of stearyl-CoA desaturase is associated with fatty acid composition in Japanese Black cattle. In *Mammalian Genome*, roč. 15, 2004, č. 2, s. 142 – 148.
- THALLER, G. et al. 2003. DGAT1, a new positional and functional candidate gene for intramuscular fat deposition in cattle. In *Anim. Genetics*, roč. 34, 2003, č. 5, s. 354 – 357.
- VAN DER WERF, J. 2000. Basics of marker assisted selection. In *Identifying and incorporating genetic markers and major genes in animal breeding programs* (course notes). Armlade: University of New England, 2000, s. 119 -129.
- VAN EENENNAAM, A. L. 2005. *Marker-assisted selection in beef cattle*. UC DAS, 2005. 2 s.
- VAN EENENNAAM, A. L. et al. 2006. Validation of commercial DNA tests for quantitative beef quality traits. In *J. Anim. Sci.: vydané ako „Running head : DNA test validation for beef quality traits“*. 2006, 34 s.

- WHITE, S. N. et al. 2005. A new SNP in CAPN1 is associated with tenderness in cattle of *Bos indicus*, *Bos taurus*, and crossbred descent. In *J. Anim. Sci.*, roč. 83, 2005, č. 9, s. 2001 – 2008.
- ZAUJEC, K., MOJTO, J., NOVOTNÁ, K. 2003. Zhodnotenie stupňa mramorovania mäsa hovädzieho dobytku rôznych jatočných kategórií. In *J. Farm Anim. Sci.*, roč. 36, 2003, s. 119 – 126.

Publikačná činnosť

Vedecké práce publikované v zahraničných vedeckých karentovaných časopisoch:

- POLÁK, P., SAKOWSKI, T., BLANCO ROA, E. N., HUBA, J., KRUPA, E., **TOMKA, J.**, PEŠKOVIČOVÁ, D., ORAVCOVÁ, M., STRAPÁK, P. Use of computer image analysis for *in vivo* estimates of the carcass quality of bulls. In *Czech J. Anim. Sci.*, roč. 52, 2007, č. 12, s. 430 – 436. ISSN 1212-1819

Vedecké práce publikované v domácich vedeckých nekarentovaných časopisoch:

- TOMKA, J.**, POLÁK, P., PEŠKOVIČOVÁ, D., KRUPA, E., BARTOŇ, L., ZAUJEC, K. 2007. Relationship between *in vivo* predicted and laboratory determined intramuscular fat content in bulls of different breeds. In *Slovak J. Anim. Sci.*, 2007, roč. 40, č. 3, s. 121–125, ISSN 1335-3683
- POLÁK, P., **TOMKA, J.**, KRUPA, E., KADLEČÍK, O., KASARDA, R. 2007. Muscle and subcutaneous fat thickness of Pinzgau steers after pasture period. In *Acta fytotechnica et zootechnica*, roč. 10, 2007, č. 3, s. 61 – 62, ISSN 1336-9245
- KRUPA, E., KRUPOVÁ, Z., DAŇO, J., HUBA, J., POLÁK, P., **TOMKA, J.**, HANUSOVÁ, E. 2007. Influence of different feedlot types on production and economic efficiency in Charolais breed. In *Slovak J. Anim. Sci.*, roč. 40, 2007, č. 2, s. 72-78. ISSN 1335-3683

Odborné práce publikované v domácich recenzovaných odborných časopisoch:

- TOMKA, J.**, SIROTKIN, A., TANČIN, V., NITRAYOVÁ, S., SHANGZHONG, X. 2009. Hovädzí dobytok centrom pozornosti. In *Slov. chov*, roč. 14, 2009, č. 3, s. 14 – 15. ISSN 1335-1990
- TOMKA, J.**, SHANGZHONG, X., Li, J., SIROTKIN, A., TANČIN, V., NITRAYOVÁ, S. 2009. V Číne chovajú jaky aj byvolky. In *Slov. chov*, roč. 14, 2009, č. 4, s. 14 – 15. ISSN 1335-1990
- POLÁK, P., **TOMKA, J.** 2007. Pokrok podporený znalosťami: jedna z najúspešnejších fariem mäsového dobytku uplatňuje čistokrvnú plemenitbu aj kríženie. In *Slov. chov*, roč. 12, 2007, č. 7, s. 14 – 15. ISSN 1335-1990

- POLÁK, P., TOMKA, J. 2007. Turecké poľnohospodárstvo na ceste do EÚ: prežúvavce majú v poľnohospodárstve krajiny najvýznamnejšiu úlohu. In *Slov. chov*, roč. 12, 2007, č. 3, s. 14 – 15. ISSN 1335-1990
- POLÁK, P., TOMKA, J. 2006. Kvotácia výroby mlieka negatívne vplýva aj na experimentálnu farmu dobytka vo VÚŽV Praha – Uhřetěves: Farma s viacerými technickými novinkami. In *Slov. chov*, roč. 11, 2006, č. 7, s. 14 – 15. ISSN 1335-1990
- BAHELKA, I., DEMO, P., TOMKA, J. 2007. mramorovanie ošípaných : odhad podielu vnútro svalového tuku nadobúda čoraz väčší význam aj pre konzumentov. In *Slov. chov*, roč. 12, 2007, č. 10, s. 36 – 37. ISSN 1335-1990
- HUBA, J., POLÁK, P., DAŇO, J., TOMKA, J. 2009. Býk má byť v stáde max. 3 mesiace. In *Slov. chov*, roč. 14, 2009, č. 4, s. 27 – 28. ISSN 1335-1990
- POLÁK, P., TOMKA, J., HUBA, J., KRUPA, E. : Sonografická predikcia mramorovania mäsa hovädzieho dobytka. In *Zpravodaj Českého svazu chovatelů masného skotu*, roč. 15, 2008, 3, s. 34 – 35.

Vedecké práce publikované v zborníkoch z medzinárodných zahraničných konferencií:

- TOMKA, J., PEŠKOVIČOVÁ, D., KRUPA, E., DEMO, P. 2008. Genetické parametre ukazovateľov mäsovej úžitkovosti ošípaných meraných na staniách výkrmnosti a jatočnej hodnoty. In *Šlechtění na masnou užitkovost a aktuální otázky produkce jatečných zvířat: zborník příspěvků*, Brno, ČR, 2008, s. 167-170. ISBN 978-80-903143-8-2
- TOMKA, J., POLÁK, P., PEŠKOVIČOVÁ, D., HUBA, J., KRUPA, E., BARTOŇ, L. 2007. Predikcia mramorovania v najdlhšom chrbtovom svalu pomocou sonografie. In „*Masná užitkovost skotu, ovci a koz.*“, zborník referátov z medzinár. konf. „Den masa 2007“, Praha, ČR, 24.5.2007. Praha : ČZU Praha, s.44-46, ISBN 978-80-213-1645-4
- TOMKA, J., POLÁK, P., BLANCO ROA, E. N., KRUPA, E., HUBA, J., ORAVCOVÁ, M., PEŠKOVIČOVÁ, D. 2006. The effect of ultrasound probe on accuracy of intramuscular fat content and marbling prediction in beef longissimus dorsi muscle. In *57th A. Meeting of the EAAP: zborník abstraktov z medzinár. ved. konferencie EAAP* : Antalya, Turkey, 17.-20.9.2006. Wageningen : Wageningen Acad. Publ., 2006, s.59. ISBN 10:90-8686-003-6
- TOMKA, J., POLÁK, P., KRUPA, E., HUBA, J., BLANCO ROA, E. N., ORAVCOVÁ, M., PEŠKOVIČOVÁ, D. 2006. Hodnotenie kvality mäsa býkov in vivo. In *Biotechnology 2006 : zborník příspěvků z medzinár. ved. konferencie* : České Budějovice, ČR, 15.-16.2.2006. České Budějovice : Sci. Pedagog. Publ., 2006, s. 126-128. ISBN 80-85645-53-X

- BAHELKA, I., TOMKA, J., HANUSOVÁ, E. The effects of probe type and intensity of ultrasound on accuracy of intramuscular fat prediction in longissimus dorsi muscle of pigs. In *Biotechnology of Anim. Husbandry*, roč. 23, 2007, č. 5/6

- vydané ako zborník príspevkov z medzinár. ved. konf. „New perspectives and challenges of sustainable livestock farming“, Zemun, Srbsko, 3.-5.10.2007. s. 87-95. ISSN 1450-9156
- POLÁK, P., **TOMKA, J.**, BARTOŇ, L., KRUPA, E., ZAHŘÁDKOVÁ, R., BUREŠ, D. 2007. Vzťahy medzi hrúbkou svalu stanovenou in vivo a ukazovateľmi kvality jatočného tela pri býkoch rôznych plemien. In *Masná užiteľnosť skotu, ovčie a kozie : zborník príspevkov z medzinár. ved. konf. „Den masa 2007“*, Praha, ČR, 24.5.2007. Praha : ČZU Praha, s. 79 – 82. ISBN 978-80-213-1645-4
- KRUPA, E., POLÁK, P., **TOMKA, J.**, HUBA. 2007. Ekonomická hodnota produkčných, reprodukčných a funkčných ukazovateľov plemena aberdeen angus. In *Masná užiteľnosť skotu, ovčie a kozie : zborník príspevkov z medzinár. ved. konf. „Den masa 2007“*, Praha, ČR, 24.5.2007. Praha : ČZU Praha, s. 92 – 94. ISBN 978-80-213-1645-4
- POLÁK, P., BARTOŇ, L., **TOMKA, J.**, ZAHŘÁDKOVÁ, R., KRUPA, E., BUREŠ, D. 2007. Relationship between tissue thickness measured by ultrasound and beef carcass quality grading. In *58th A. Meeting of the EAAP: zborník abstraktov z medzinár. ved. konferencie EAAP* : Dublin, Ireland, 26.-29.8.2006. Wageningen : Wageningen Acad. Publ., 2007, s.372. ISBN 978-90-8686-0045-6 ISSN 1382-6077
- BAHELKA, I., DEMO, P., **TOMKA, J.**, LAHUČKÝ, R. 2006. Predikcia podielu intramuskulárneho tuku ošipáných in vivo využitím ultrasonografie. In *Biotechnologie 2006 : zborník príspevkov z medzinár. ved. konferencie* : České Budějovice, ČR, 15.-16.2.2006. České Budějovice : Sci. Pedagog. Publ., 2006, 3s. ISBN 80-85645-53-X
- BAHELKA, I., DEMO, P., PEŠKOVIČOVÁ, D., **TOMKA, J.** 2006. Assessing of pig carcass quality using ultrasound equipment. In *Application of scientific achievements in the field of genetics, reproduction, nutrition, carcass and meat quality in modern pigs production* : 3rd Int. Conf.: Bydgoszcz, Poland, 2006, s.160. ISBN 83-89334-48-8 ISSN 0860-4037
- KRUPA, E., PEŠKOVIČOVÁ, D., KRUPOVÁ, Z., POLÁK, P. **TOMKA, J.** 2006. Influence of different feedlot types on economic weights of current and predicted system of Charolais breed using bioeconomical approach. In *57th A. Meeting of the EAAP: zborník abstraktov z medzinár. ved. konferencie EAAP* : Antalya, Turkey, 17.-20.9.2006. Wageningen : Wageningen Acad. Publ., 2006, s.127. ISBN 10:90-8686-003-6
- POLÁK, P., MOJTO, J., HUBA, J., ZAUJEC, K., KRUPA, E., ORAVCOVÁ, M., **TOMKA, J.** 2006. Carcass and meat quality of Slovak Pinzgauer and Slovak Spotted bulls. In *57th A. Meeting of the EAAP: zborník abstraktov z medzinár. ved. konferencie EAAP* : Antalya, Turkey, 17.-20.9.2006. Wageningen : Wageningen Acad. Publ., 2006, s.332. ISBN 10:90-8686-003-6

Vedecké práce publikované v zborníkoch z medzinárodných domácich konferencií:

- TOMKA, J.**, POLÁK, P., KRUPA, E., HUBA, J. 2006. Predikcia mramorovania a obsahu intramuskulárneho tuku v musculus longissimus thoracis býkov in vivo a možnosti jej využitia v šľachtení. In *Acta fytotechnica et zootechnica*, mim. č. 9 vydané ako zborník príspevkov z medzinár. ved. konferencie „XXII Dni genetiky“, Nitra 12.-14.9.2006. s. 126 – 128. ISSN 1335-285X
- KRUPA, E., **TOMKA, J.**, PEŠKOVIČOVÁ, D., RYBA, Š., KRUPOVÁ, Z. 2006. Trendy prostredia a genetické trendy v genetickom hodnotení mäsovej úžitkovosti dobytka. In *Acta fytotechnica et zootechnica*, mim. č. 9 vydané ako zborník príspevkov z medzinár. ved. konferencie „XXII Dni genetiky“, Nitra 12.-14.9.2006. s. 83 – 85. ISSN 1335-285X
- BAHELKA, I., **TOMKA, J.**, DEMO, P., HANUSOVÁ, E. 2006. Využitie ultrasonografie a počítačovej analýzy obrazu pri stanovení obsahu intramuskulárneho tuku ošipaných. In *Acta fytotechnica et zootechnica*, mim. č. 9 vydané ako zborník príspevkov z medzinár. ved. konferencie „XXII Dni genetiky“, Nitra 12, - 14. 9. 2006. s. 168 – 171. ISSN 1335-285X

Ostatné vedecké práce:

- TOMKA, J.** - HUBA, J. 2008. Výživa a kŕmenie dojčiacich kráv. In: Huba, J. a kol. 2008. *Minimum chovateľa dojčiacich kráv*. Nitra : SCPV – VÚŽV, 2008, s. 10 – 14, ISBN 978-80-88872-86-3
- TOMKA, J.**, POLÁK, P., BLANCO ROA, E. N., KRUPA, E., HUBA, J., ORAVCOVÁ, M., PEŠKOVIČOVÁ, D. 2007. The effect of ultrasound probe on accuracy of intramuscular fat content and marbling prediction in beef longissimus dorsi muscle. In Lazzaroni, C., Gigli, S., Gabiña, D. 2007. *Evaluation of carcass and meat quality in cattle and sheep*, Wageningen Academic Publisher, The Netherlands, 2007, s. 183-187, ISBN 978-90-8686-022-7, ISSN 0071-2477